

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 4019645 A1

⑯ Int. Cl. 5:
H 04 R 1/02
H 04 R 1/26
H 04 R 1/32

DE 4019645 A1

⑯ Aktenzeichen: P 40 19 645.3
⑯ Anmeldetag: 20. 6. 90
⑯ Offenlegungstag: 3. 1. 91

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯
20.06.89 JP P 1-157464

⑯ Anmelder:
Pioneer Electronic Corp., Tokio/Tokyo, JP

⑯ Vertreter:
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehbold, A.,
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Aufenanger, M., Dipl.-Ing.
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑯ Erfinder:
Watanabe, Shuichi, Tendou, Yamagata, JP

⑯ Lautsprechersystem

Ein Lautsprechersystem umfaßt eine Mehrzahl von Lautsprechereinheiten mit gemeinsam angeordneten Vibrationselementen, einer Mehrzahl von Gehäusen, die eine Seite jedes der Vibrationselemente der Lautsprechereinheiten umgibt, einem gemeinsamen Gehäuse, das die andere Seite jedes der Vibrationselemente der Lautsprechereinheiten umgibt, und mit akustischen Abstrahlvorrichtungen, die auf den Gehäusen angeordnet sind und verschiedene Resonanzfrequenzen haben. Das so konstruierte Lautsprechersystem besitzt eine Anzahl von akustischen Resonanzkreisen oder -systemen mit einer großen Bandbreite von möglichen Frequenzcharakteristiken. Das Lautsprechersystem kann mit größerer Freiheit entworfen werden.

DE 4019645 A1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Lautsprechersystem mit einem Baßreflexgehäuse und genauer auf ein Basreflexgehäuse-Lautsprechersystem, das zur Wiedergabe niedriger Frequenzen geeignet ist.

Lautsprechersysteme mit Baßreflexgehäusen besitzen akustische Strahler, wie etwa Öffnungen (hiernach "Öffnungen" (Ports) bezeichnet), die in der vorderen Schallwand geschlossener Boxen geformt sind. Die hintere Welle von der Rückseite der Lautsprechereinheit in der Box mit Öffnungen wird durch die Öffnungen übertragen und in Phase mit der vorderen Welle von der Vorderseite der Lautsprechereinheit abgestrahlt. Eine Lautsprechereinheit mit einem Baßreflexgehäuse kann Töne in einem weiteren Niederfrequenzbereich erzeugen als ein Lautsprechersystem mit einer geschlossenen Box des gleichen Volumens.

Es ist ein Lautsprechersystem mit einer einzigen Box oder einem einzigen Gehäuse bekannt, das in zwei unabhängige Unterkammern unterteilt ist. Das Lautsprechersystem umfaßt zwei Lautsprechereinheiten, die auf die Unterteilung montiert sind, und zwei Öffnungen, die mit den jeweiligen Unterkammern in Verbindung stehen, was zu Doppelresonanzkreisen führt, die akustisch, miteinander in Reihe geschaltet sind.

Die gesamte Schalldruckkurve des Lautsprechersystems wird als die Summe der Schalldruckkurven bezüglich der beiden Öffnungen ausgedrückt. Da das Lautsprechersystem akustische Doppelresonanzkreise oder -systeme besitzt, kann das Lautsprechersystem einen erwünschten Niederfrequenzbereich besitzen, wenn passend ausgewählte Resonanzfrequenzen der Öffnungen miteinander verbunden werden.

Mit der Verwendung der beiden akustischen Resonanzsysteme kann das Lautsprechersystem jedoch nicht mit größerer Freiheit entworfen werden und ist beschränkt hinsichtlich der akustischen Frequenzcharakteristiken und -variationen, die zu verwirklichen sind.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Lautsprechersystem zur Verfügung zu stellen, das relativ einfach im Aufbau ist und mit größerer Freiheit für eine große Mannigfaltigkeit von akustischen Frequenzcharakteristiken entworfen werden kann.

Erfindungsgemäß umfaßt ein Lautsprechersystem eine Mehrzahl von Gehäusen, die jeweils vorgegebene Volumen besitzen und eine der Seiten, d. h. Vorder- oder Rückseiten, der Vibrationselemente einer Mehrzahl von Lautsprechereinheiten umgeben, und ein gemeinsames Gehäuse, das ein vorgegebenes Volumen besitzt und die anderen Seiten der Vibrationselemente umgibt. Die Gehäuse besitzen jeweils akustische Strahler mit unterschiedlichen Resonanzfrequenzen.

Die obige und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlicher aus der nachfolgenden Beschreibung zusammen mit den Zeichnungen, in denen beispielhaft bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung gezeigt sind.

Fig. 1 ist ein Querschnitt eines Lautsprechersystems nach einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 ist ein Schaltbild eines zu dem in Fig. 1 gezeigten Lautsprechersystem mechanisch äquivalenten Systems.

Fig. 3 ist ein Diagramm, das die Frequenzcharakteristik des in Fig. 1 gezeigten Lautsprechersystems zeigt.

Fig. 4 ist ein Querschnitt eines Lautsprechersystems nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegen-

den Erfindung.

Fig. 5 ist eine Draufsicht eines Lautsprechersystems nach einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 6 ist ein Querschnitt entlang der Linie VI-VI in Fig. 5.

Fig. 7 ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie VII-VII in Fig. 5.

Fig. 8 ist eine Draufsicht eines Lautsprechersystems nach einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 9 ist ein Querschnitt entlang der Linie IX-IX in Fig. 8.

Fig. 10 ist ein Querschnitt entlang der Linie X-X in Fig. 9.

Ausführungsbeispiel 1

Fig. 1 zeigt ein Lautsprechersystem nach einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Das in Fig. 1 gezeigte Lautsprechersystem besitzt ein in drei unabhängige Unterkammern, d. h. eine erste Unterkammer 9, eine zweite Unterkammer 10 und eine dritte Unterkammer 11, unterteiltes Lautsprechergehäuse. Das Lautsprechersystem umfaßt außerdem eine erste Lautsprechereinheit 12 und eine zweite Lautsprechereinheit 13 und eine erste Öffnung 14, eine zweite Öffnung 15 und eine dritte Öffnung 16. Die Unterkammern 9, 10, 11, die Lautsprechereinheiten 12, 13 und die Öffnungen 14, 15, 16 bilden zusammen drei Resonanzkreise oder -systeme. Die erste und zweite Lautsprechereinheit 12, 13 besitzen jeweils bekannte Vibrationselemente.

Die Rückseite der ersten Lautsprechereinheit ist von einem ersten Gehäuse 6 mit der darin gebildeten ersten Unterkammer umgeben. Das erste Gehäuse 6 besteht aus einer Unterteilung 4, an die die erste Lautsprechereinheit 12 befestigt ist, und einer äußeren Wand 1. Die erste Öffnung 14, die als akustischer Strahler mit einer Resonanzfrequenz $f01$ dient, ist in dem ersten Gehäuse 6 angeordnet. Das erste Gehäuse 6 besitzt einen Eingangsanschluß 17, der elektrisch mit der ersten Lautsprechereinheit 12 über ein Verbindungskabel 19 verbunden ist.

Die Rückseite der zweiten Lautsprechereinheit 13 ist von einem dritten Gehäuse 8 mit der darin gebildeten dritten Unterkammer 11 umgeben. Das dritte Gehäuse 8 besteht aus einer Unterteilung 5, an die die zweite Lautsprechereinheit 13 befestigt ist, und einer äußeren Wand 3. Die dritte Öffnung 16, die als akustischer Strahler mit einer Resonanzfrequenz $f03$ dient, ist in dem dritten Gehäuse 8 angeordnet. Das dritte Gehäuse 8 besitzt einen Eingangsanschluß 18, der elektrisch mit der zweiten Lautsprechereinheit 13 über ein Verbindungskabel 20 verbunden ist.

Die Vorderseiten der ersten und zweiten Lautsprechereinheit 12, 13 sind von dem gemeinsamen zweiten Gehäuse 7 mit der darin gebildeten Unterkammer 10 umgeben, wobei die erste und dritte Lautsprechereinheit 12, 13 einander gegenüberliegen. Das zweite Gehäuse 7 besteht aus den Unterteilungen 4, 5 und einer äußeren Wand 2. Die zweite Öffnung 15, die als akustischer Strahler mit einer Resonanzfrequenz $f02$ dient, ist in dem zweiten Gehäuse 7 angeordnet. Die drei Resonanzfrequenzen $f01$, $f02$, $f03$ von jeweils der ersten, zweiten und dritten Öffnung sind voneinander verschieden.

Fig. 2 zeigt ein zu dem in Fig. 1 gezeigten Lautspre-

chersystem mechanisch äquivalentes System.
Die verschiedenen Parameter in Fig. 2 sind wie folgt definiert:

R1: Summe der mechanischen Widerstände der Kante und des Dämpfers der ersten Lautsprechereinheit 12 und der Strahlungswiderstand einer Seite der ersten Lautsprechereinheit 12.

M1: Summe der äquivalenten Massen des Schwingungssystems der ersten Lautsprechereinheit 12 und die zusätzliche Masse einer Seite der ersten Lautsprechereinheit 12.

C1: Steifigkeit des Schwingungssystems der ersten Lautsprechereinheit.

R2: Summe der mechanischen Widerstände der Kante und des Dämpfers der zweiten Lautsprechereinheit 13 und der Strahlungswiderstand einer Seite der zweiten Lautsprechereinheit 13.

M2: Summe der äquivalenten Massen des Schwingungssystems der zweiten Lautsprechereinheit 13 und die zusätzliche Masse einer Seite der zweiten Lautsprechereinheit 13.

C2: Steifigkeit des Schwingungssystems der zweiten Lautsprechereinheit.

M3: Summe der akustischen Masse der ersten Öffnung 14 und der zusätzlichen Masse der Öffnungsebene der ersten Öffnung.

C3: Steifigkeit der Luft in der ersten Unterkammer 9.

M4: Summe der akustischen Masse der zweiten Öffnung 15 und der zusätzlichen Masse der Öffnungsebene der zweiten Öffnung.

C4: Steifigkeit der Luft in der zweiten Unterkammer 10.

M5: Summe der akustischen Masse der dritten Öffnung 16 und der zusätzlichen Masse der Öffnungsebene der dritten Öffnung.

C5: Steifigkeit der Luft in der dritten Unterkammer 11.

F1: Antriebskraft der ersten Lautsprechereinheit 12.

F2: Antriebskraft der zweiten Lautsprechereinheit 13.

V1: Luftgeschwindigkeit in der ersten Öffnung 14.

V2: Luftgeschwindigkeit in der zweiten Öffnung 15.

V3: Luftgeschwindigkeit in der dritten Öffnung 16.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich, ist die Luftgeschwindigkeit V1 in der ersten Öffnung 14 maximal in der Nähe eines Resonanzpunktes der Masse M3 und der Steifigkeit C3. Daher ist der Wert des Schalldruckes, der von der ersten Öffnung 14 abgestrahlt wird, maximal bei einer Frequenz f01 (Fig. 3) am Resonanzpunkt. Die Luftgeschwindigkeit V2 ist in der zweiten Öffnung 15 maximal in der Nähe eines Resonanzpunktes der Masse M4 und der Steifigkeit C4. Daher ist der Wert des Schalldruckes, der von der zweiten Öffnung 15 abgestrahlt wird, maximal bei einer Frequenz f02 am Resonanzpunkt. Die Luftgeschwindigkeit V3 ist in der dritten Öffnung 16 maximal in der Nähe eines Resonanzpunktes der Masse M5 und der Steifigkeit C5. Daher ist der Wert des Schalldruckes, der von der dritten Öffnung 16 abgestrahlt wird, maximal bei einer Frequenz f03 am Resonanzpunkt.

Fig. 3 zeigt eine Frequenzresponsecharakteristik des in Fig. 1 gezeigten Lautsprechersystems. Die Kurve L1 stellt den Wert des Schalldrucks der ersten Öffnung 14 dar, die Kurve L2 stellt den Wert des Schalldrucks der zweiten Öffnung 15 dar, die Kurve L3 stellt den Wert des Schalldrucks der dritten Öffnung 16 dar, und die Kurve LS stellt den Wert des gesamten Schalldrucks des Lautsprechersystems dar. Die Kurve LS für den gesamten Schalldruck ist als die Summe der Schalldruckkurve

L1 der ersten Öffnung, der Schalldruckkurve L2 der zweiten Öffnung und der Schalldruckkurve L3 der dritten Öffnung dargestellt.

Ausführungsbeispiel 2

Fig. 4 zeigt ein Lautsprechersystem in Übereinstimmung mit einem zweiten Ausführungsbeispiel nach der vorliegenden Erfindung.

Das in Fig. 4 gezeigte Lautsprechersystem unterscheidet sich von dem in Fig. 1 gezeigten Lautsprechersystem dadurch, daß die in Fig. 1 gezeigte erste Öffnung 14 durch einen passiven Strahler ersetzt wurde, der eine flache Vibrationsplatte 21 und eine Kante 22 um den äußeren Umgang der flachen Vibrationsplatte 21 umfaßt und der Schallwellen in Resonanz mit einer bestimmten Frequenz abstrahlt, und daß die in Fig. 1 gezeigte dritte Öffnung 16 durch einen Brummkonus 23 ersetzt wurde. Durch Ersetzen einiger oder aller der ersten, zweiten und dritten Öffnungen 14, 15, 16 durch passive Strahler besitzt das resultierende Lautsprechersystem eine gewünschte Kombination von akustischen Frequenzcharakteristiken.

Der passive Strahler 21, 22 und der Brummkonus 23 können andere als die gewünschten Frequenzen abschneiden, die von der ersten und dritten Unterkammer 9, 11 abgestrahlt zu werden, da der Durchgangsstrahler 21, 22 und der Brummkonus 23 die Räume zwischen jeweils der ersten und der dritten Unterkammer 9, 11 schließen. Der Brummkonus 23 erlaubt eine einfache Frequenzanpassung nach seiner Herstellung, da seine Schwingungsmasse relativ leicht angepaßt werden kann.

Ausführungsbeispiel 3

Die Fig. 5, 6 und 7 zeigen ein Lautsprechersystem nach einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Das Lautsprechersystem nach dem dritten Ausführungsbeispiel besteht darin, daß die in Fig. 1 gezeigte erste, zweite und dritte Öffnung 14, 15, 16 jeweils durch von hinten geladene (backloaded) Hörner 24, 25, 26 ersetzt werden. Das so aufgebaute Lautsprechersystem kann mit größerer Freiheit für erwünschte akustische Frequenzcharakteristiken entworfen werden.

Die Fig. 8, 9 und 10 zeigen ein Lautsprechersystem nach einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Das Lautsprechersystem nach dem vierten Ausführungsbeispiel besitzt sieben akustische Resonanzkreise oder -systeme, die aus sieben unabhängigen Unterkammern 57 bis 63 (vier bis zehnte Unterkammer), sechs Lautsprechereinheiten 64 bis 69 (dritte bis achte Lautsprechereinheit) und sieben Öffnungen 70 bis 76 (vierte bis zehnte Öffnung) bestehen.

Die Rückseiten der dritten bis achten Lautsprechereinheiten 64 bis 69 werden jeweils von vierten bis neunten Gehäusen 50 bis 55, auf die die dritten bis achten Lautsprechereinheiten 64 bis 69 montiert sind, von weiteren Unterteilungen 44 bis 49 und Außenwänden 31 bis 36 umgeben. Die vierten bis neunten Unterkammern 57 bis 62 werden jeweils von den vierten bis neunten Gehäusen 50 bis 55 gebildet. Die Vorderseiten der dritten bis achten Lautsprechereinheiten 64 bis 69 werden von

einem gemeinsamen zehnten Gehäuse 56, das aus den Unterteilungen 38 bis 43 und einer Außenwand 37 besteht, umgeben. Die zehnte Unterkammer 63 ist im zehnten Gehäuse 56 gebildet. Die Gehäuse 50 bis 56 sind integral miteinander verbunden und besitzen die vierte bis zehnte Öffnung 70 bis 76. Die Eingangsschlüsse 77 bis 82 sind elektrisch mit den Lautsprechereinheiten 64 bis 69 über die Verbindungskabel 83 bis 88 verbunden.

Im vierten Ausführungsbeispiel können einige oder alle der Öffnungen 70 bis 76 durch passive Strahler, die jeweils eine Vibrationsplatte und eine Kante umfassen, oder durch Brummkegel ersetzt sein, so daß das resultierende Lautsprechersystem eine gewünschte Kombination von akustischen Frequenzcharakteristiken besitzt.

In jedem der obigen Ausführungsbeispiele teilen sich die Lautsprechereinheiten ein gemeinsames Gehäuse auf einer Seite der Vibrationselemente der Lautsprechereinheiten, wohingegen die Lautsprechereinheiten jeweils mit unabhängigen Gehäusen auf der anderen Seite verbunden sind. Das gemeinsame Gehäuse und die unabhängigen Gehäuse besitzen jeweils akustische Strahler, wie etwa Öffnungen, mit verschiedenen Resonanzfrequenzen. Die Zahl der so zur Verfügung gestellten Resonanzsysteme oder -kreise ist gleich der Summe der Zahl der unabhängigen Gehäuse und der Zahl der gemeinsamen Gehäuse (d. h. wenigstens ein gemeinsames Gehäuse). Als Ergebnis besitzt das Lautsprechersystem eine Anzahl gekoppelter, akustischer Resonanzkreise und besitzt eine Gesamtcharakteristik, die die Summe der Frequenzcharakteristiken der von den akustischen Strahlern abgestrahlten akustischen Ausgangssignale ist. Da das Lautsprechersystem so viele Resonanzsysteme besitzt, können verschiedene Charakteristiken hinsichtlich der Resonanzfrequenzen und der Ausgangsschalldruckwerte der akustischen Ausgangssignale der akustischen Strahler erhalten werden. Folglich kann das Lautsprechersystem mit einer größeren Freiheit entworfen werden.

Das gemeinsame Gehäuse kann eine Mehrzahl akustischer Strahler unterschiedlicher Resonanzfrequenz besitzen. Da eine Mehrzahl von Lautsprechereinheiten in paralleler Anordnung sind, kann mit einer derartigen Modifikation eine solche Mehrzahl akustischer Strahler ausreichend als akustische Lasten betrieben werden.

Jedes der Gehäuse kann eine Mehrzahl von Lautsprechereinheiten besitzen, die als Antriebsquellen oder als eine Mehrzahl von akustischen Strahlern betrieben werden.

Wenn auch beschrieben wurde, was gegenwärtig als die bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung betrachtet wird, ist klar, daß die Erfindung in anderen Formen ausgeführt werden kann, ohne von ihren wesentlichen Merkmalen abzuweichen. Die vorliegenden Ausführungsbeispiele werden daher in jeder Hinsicht als erläuternd, jedoch nicht als einschränkend betrachtet. Der Umfang der Erfindung wird eher durch die Patentansprüche als durch die vorangehende Beschreibung angegeben.

Patentansprüche

1. Lautsprechersystem mit einer Mehrzahl von Lautsprechereinheiten, die jeweils in wenigstens einem Gehäuse mit Strahlungsvorrichtungen Vibrationselemente besitzen, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Gehäusen (6; 8; 50 bis 55)

mit jeweils einer Lautsprechereinheit (12, 13; 64 bis 69) ein gemeinsames Gehäuse (10; 63) umgeben, wobei die Mehrzahl von Gehäusen (6; 8; 50 bis 55) jeweils ein vorgegebenes Volumen besitzt und eine Seite jedes der Vibrationselemente der Lautsprechereinheiten umgibt, wobei das gemeinsame Gehäuse ein vorgegebenes Volumen besitzt und die andere Seite jedes der Vibrationselemente der Lautsprechereinheiten umgibt und wobei die Mehrzahl von Gehäusen (6; 8; 50 bis 55) akustische Abstrahlvorrichtungen (14 bis 16; 21 bis 23; 24 bis 26; 70 bis 76) besitzen, die verschiedene Resonanzfrequenzen (f01, f02, f03) haben.

2. Lautsprechersystem nach Anspruch 1, wobei das gemeinsame Gehäuse zwischen zwei Gehäusen (6, 8) so angeordnet ist, daß sich zwei Lautsprechereinheiten (12, 13) einander gegenüberliegen.

3. Lautsprechersystem nach Anspruch 1, wobei das gemeinsame Gehäuse (63) um den mittleren Bereich und eine Mehrzahl von Gehäusen (50 bis 55) um die Peripherie des gemeinsamen Gehäuses (63) angeordnet sind.

4. Lautsprechersystem nach Anspruch 1, wobei wenigstens eine der akustischen Abstrahlvorrichtungen (14 bis 16; 21 bis 23; 24 bis 26; 70 bis 76) mit jedem der Mehrzahl von Gehäusen (6; 8; 50 bis 55) oder dem gemeinsamen Gehäuse (7; 63) verbunden ist.

5. Lautsprechersystem nach Anspruch 1, wobei wenigstens eine der akustischen Abstrahlvorrichtungen einen Durchgangsstrahler mit einer flachen Vibrationsplatte (21) und einer sich darum erstreckenden Kante (22) umfaßt.

6. Lautsprechersystem nach Anspruch 1, wobei wenigstens eine der akustischen Abstrahlvorrichtungen einen Brummkegel (23) umfaßt.

7. Lautsprechersystem nach Anspruch 1, wobei wenigstens eine der akustischen Abstrahlvorrichtungen ein von hinten geladenes Horn (24 bis 26) umfaßt.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

FIG. 1

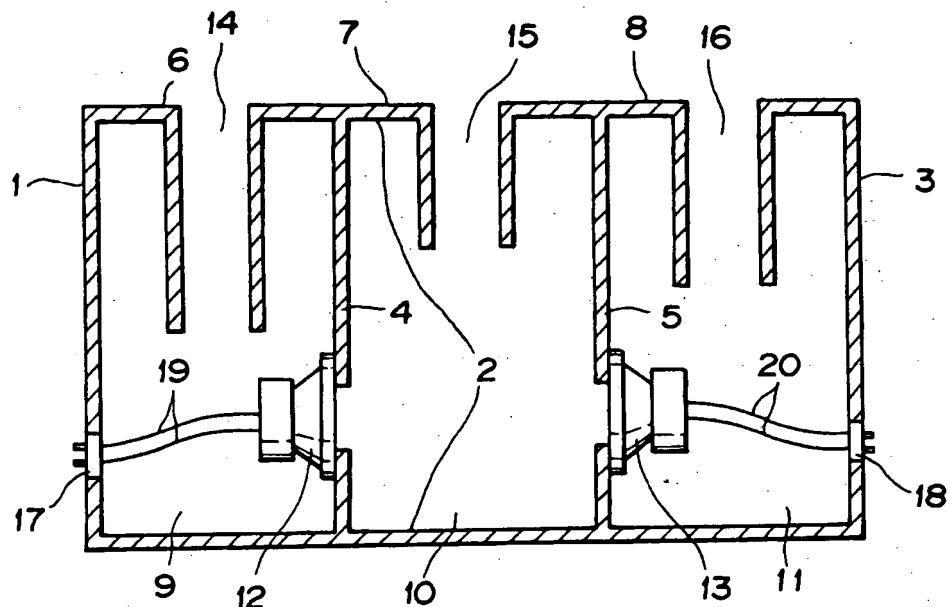


FIG. 2

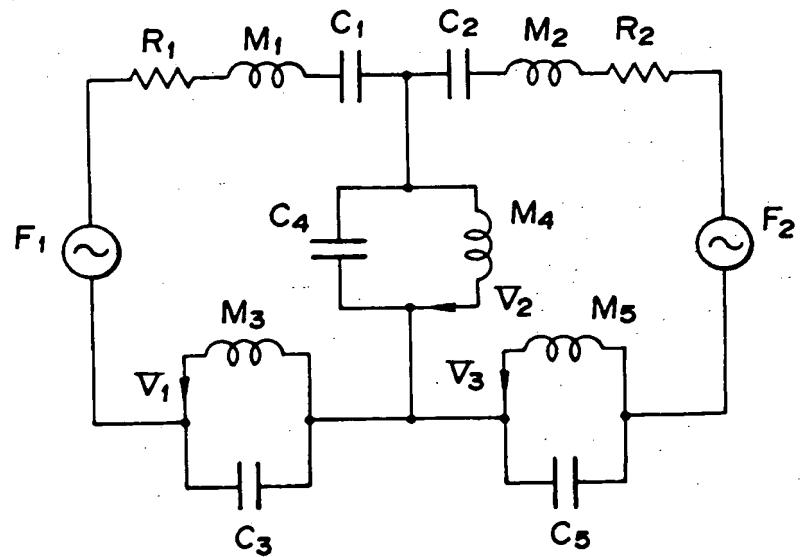


FIG. 3

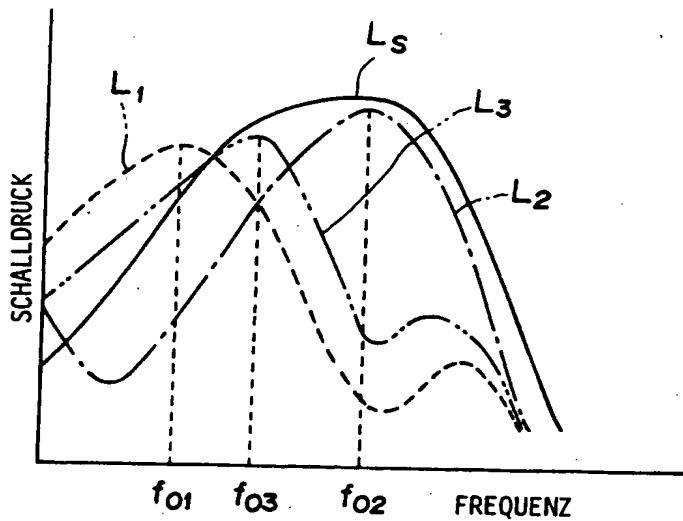


FIG. 4

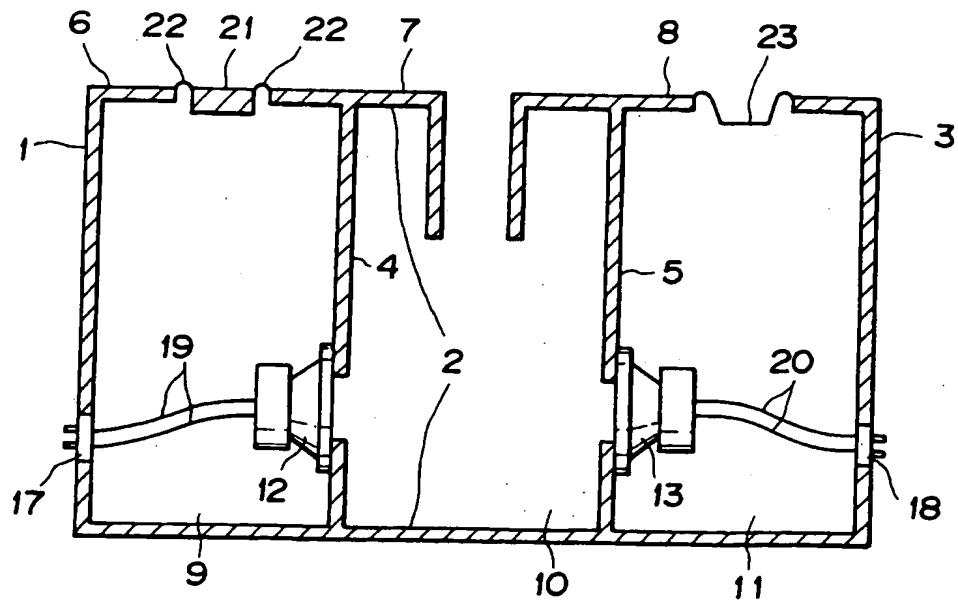


FIG. 5

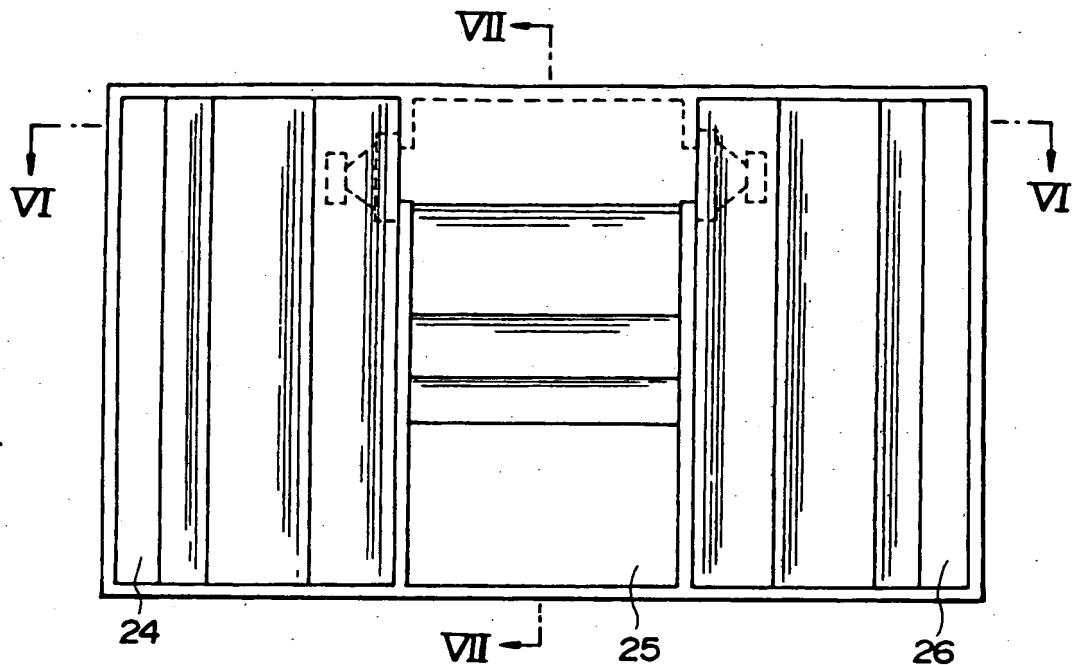


FIG. 6

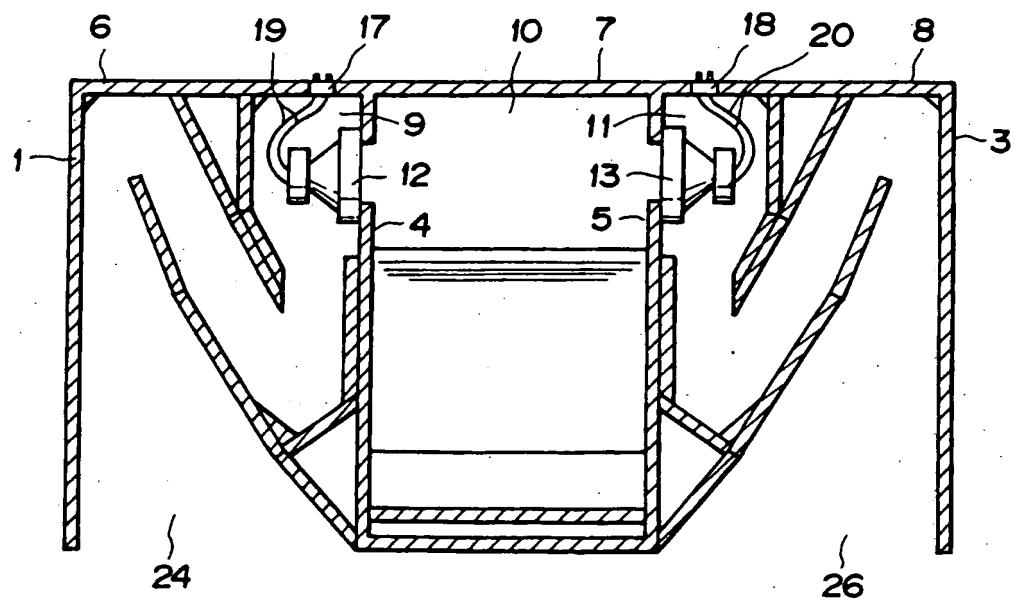


FIG. 7

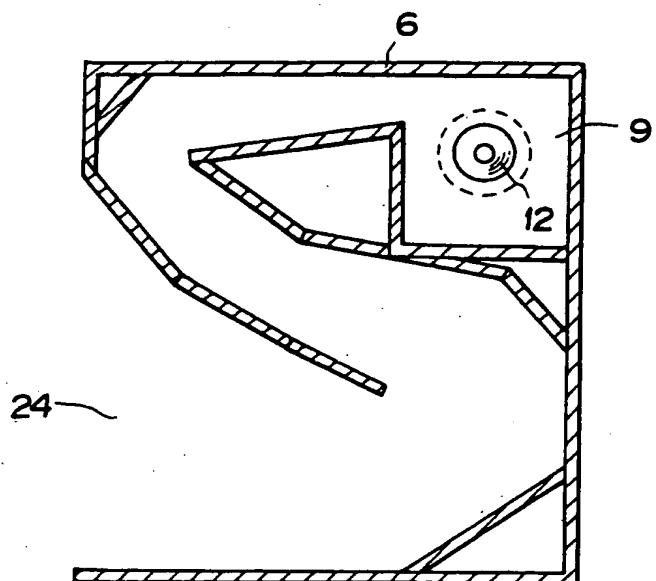


FIG. 8

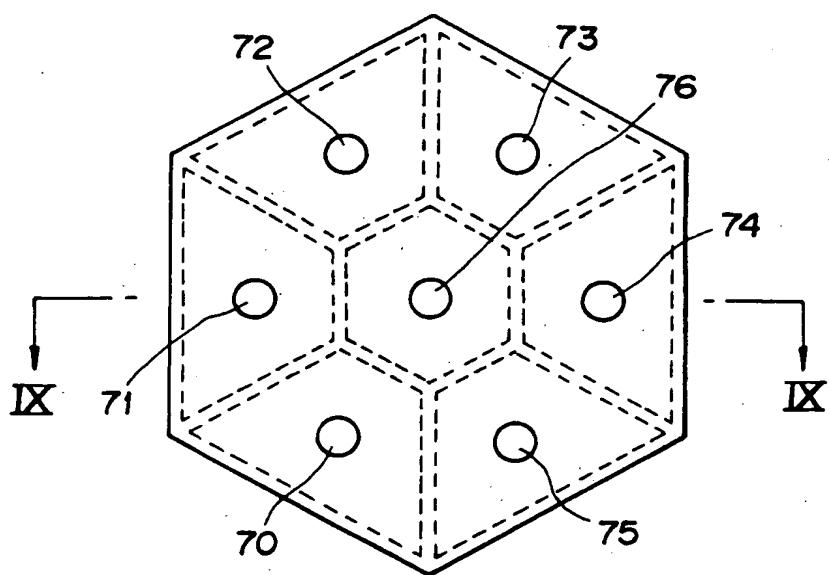


FIG. 9

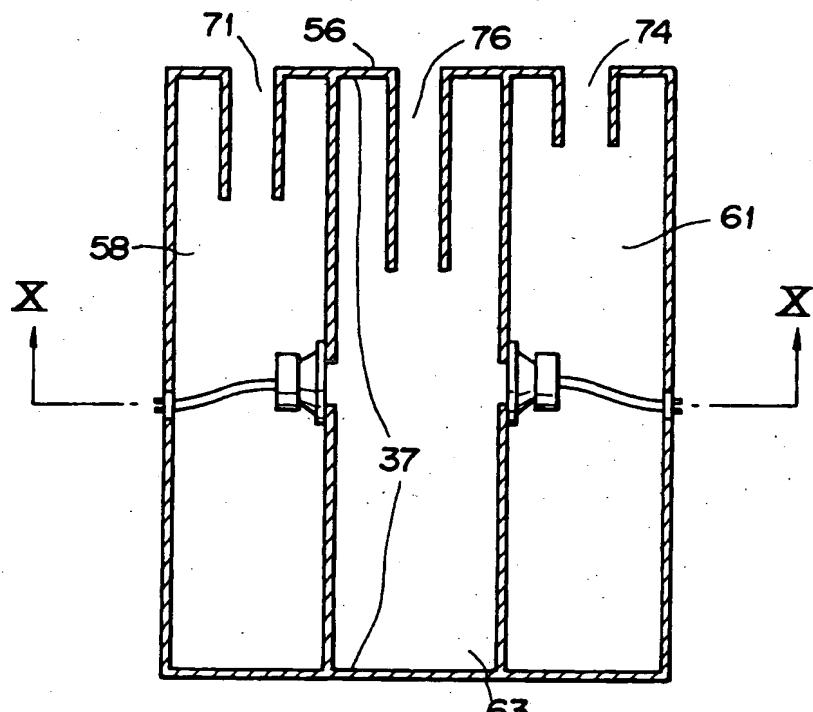
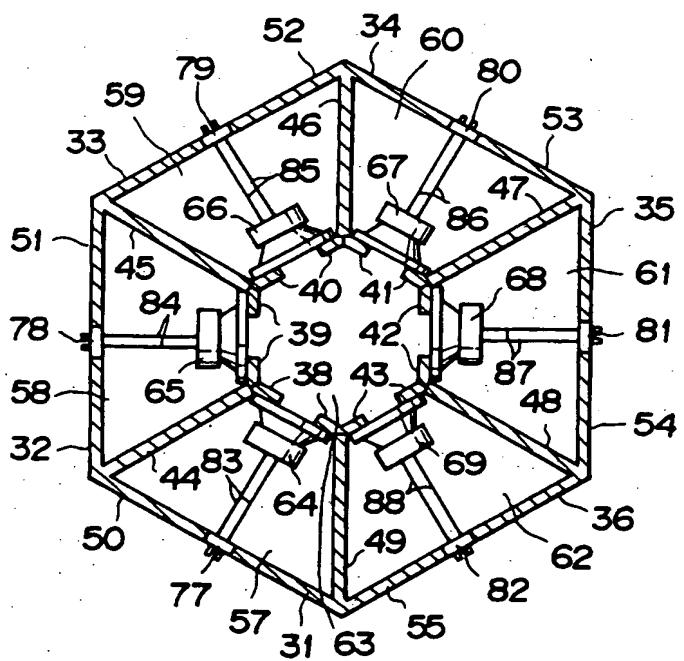


FIG. 10



UK Patent Application GB 2 373 408 A

(43) Date of A Publication 18.09.2002

(21) Application No 0124454.0

(51) INT CL⁷
H04Q 7/32

(22) Date of Filing 11.10.2001

(52) UK CL (Edition T)
H4L LERA

(30) Priority Data

(31) 12311119 (32) 11.10.2000 (33) JP

(56) Documents Cited
GB 2365700 A

US 5337356 A

(71) Applicant(s)

NEC Corporation
(Incorporated in Japan)
7-1, Shiba 5-chome, Minato-ku, Tokyo 108-8001,
Japan

(58) Field of Search
UK CL (Edition T) H4L LERA LEUF
INT CL⁷ H04M 19/04, H04Q 7/32
ONLINE: WPI, EPODOC, JAPIO

(72) Inventor(s)
Kousuke Asami

(74) Agent and/or Address for Service

Reddie & Grose
16 Theobalds Road, LONDON, WC1X 8PL,
United Kingdom

(54) Abstract Title

Ringing tone production in a mobile phone

(57) A cellular phone includes a first speaker 4 for selectively outputting received speech or a ringing tone and a second speaker 5 for outputting a ringing tone only. A controller 36 controls the output of received speech or sound from the speakers in accordance with sound setting selected beforehand by the user of the phone. Use of both speakers to produce the ringing tone results in a stereophonic effect, e.g. with a musical tone.

Fig. 2

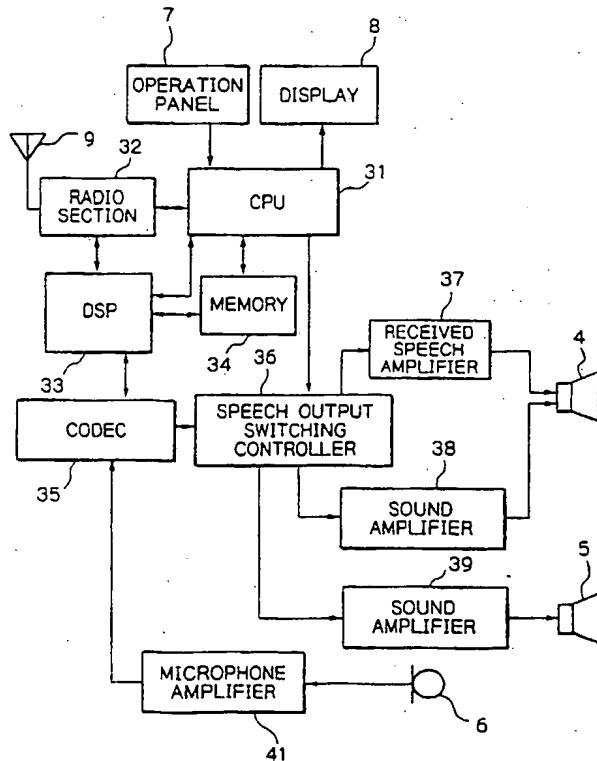


Fig. 1

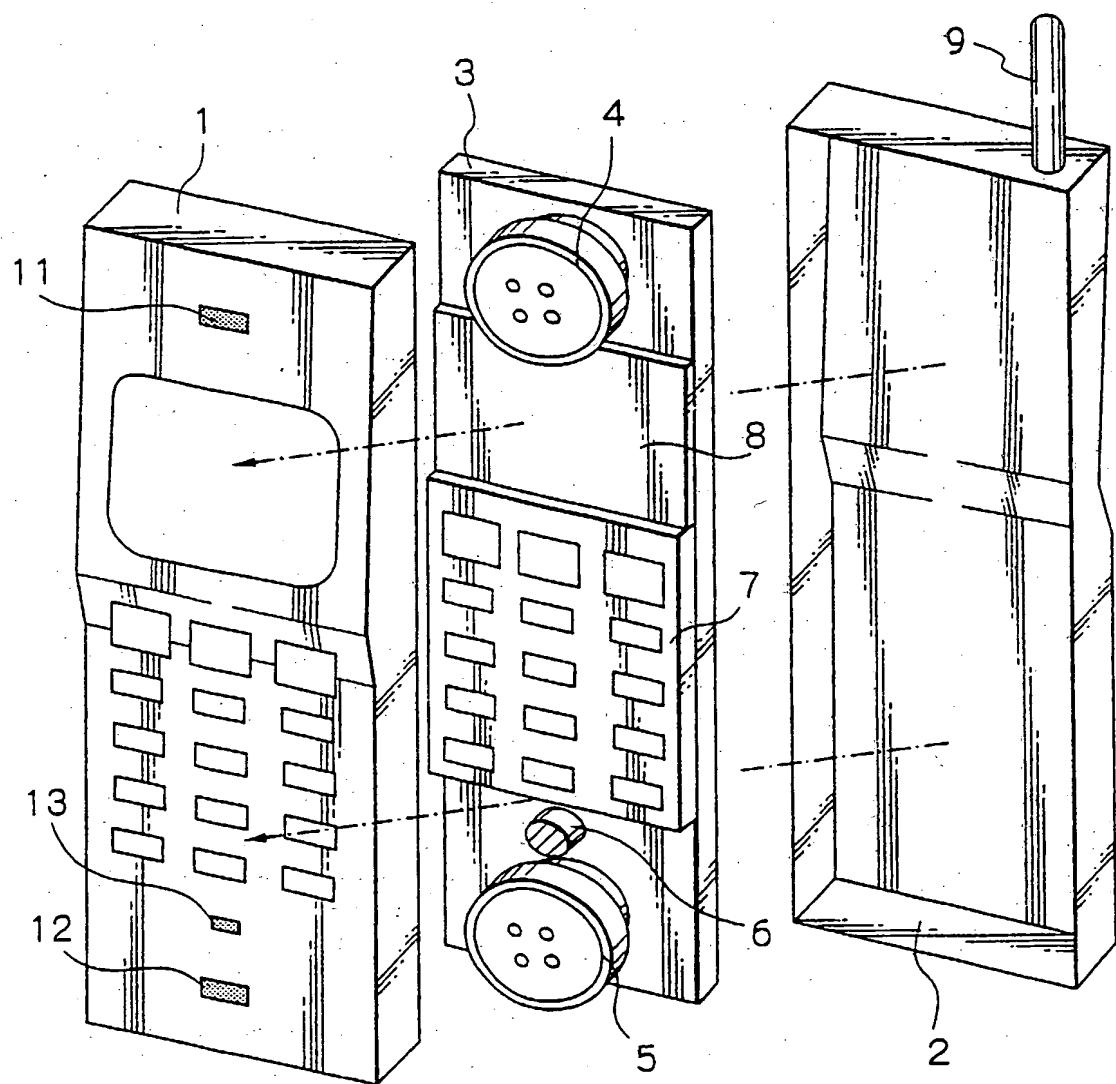


Fig. 2

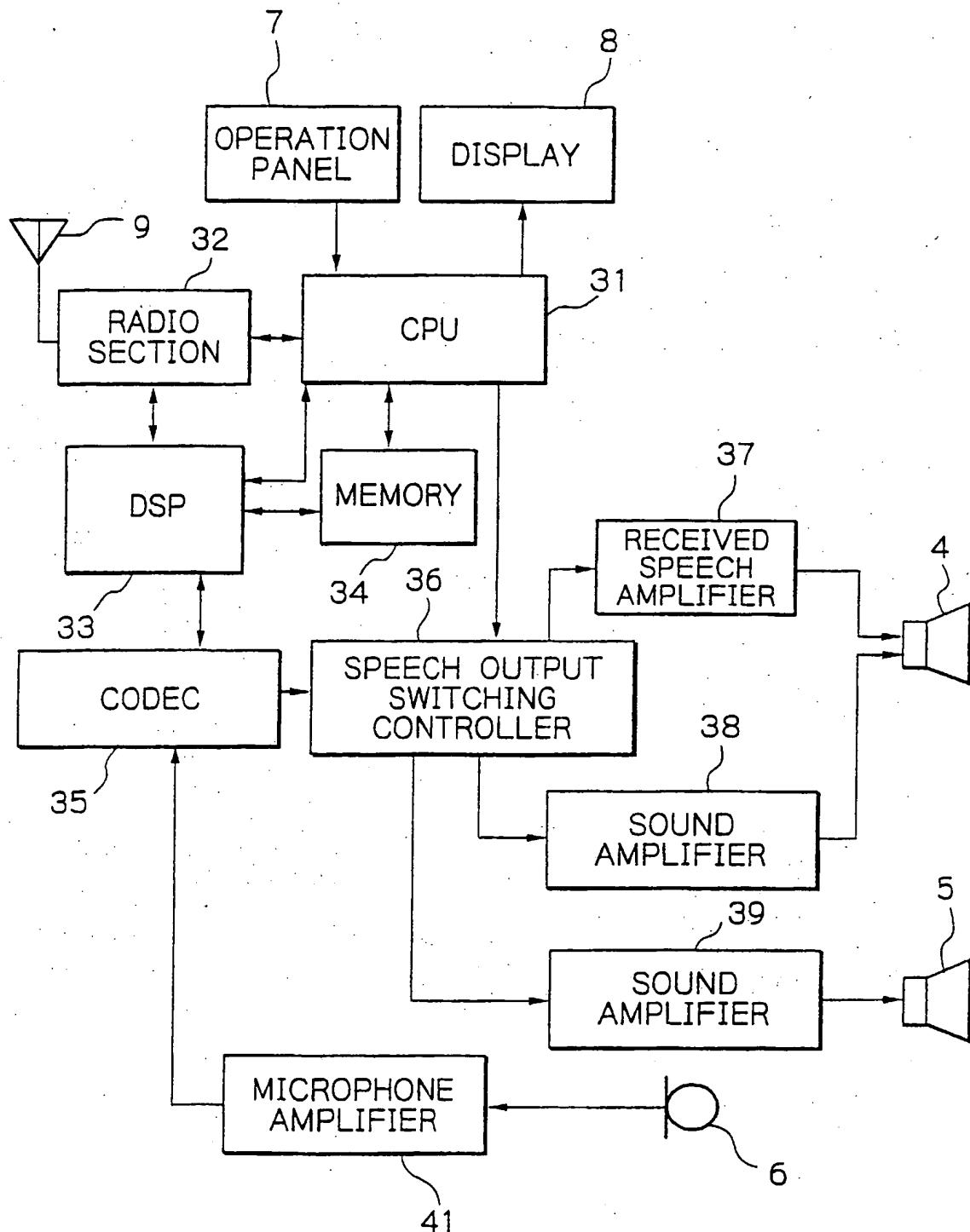


Fig. 3

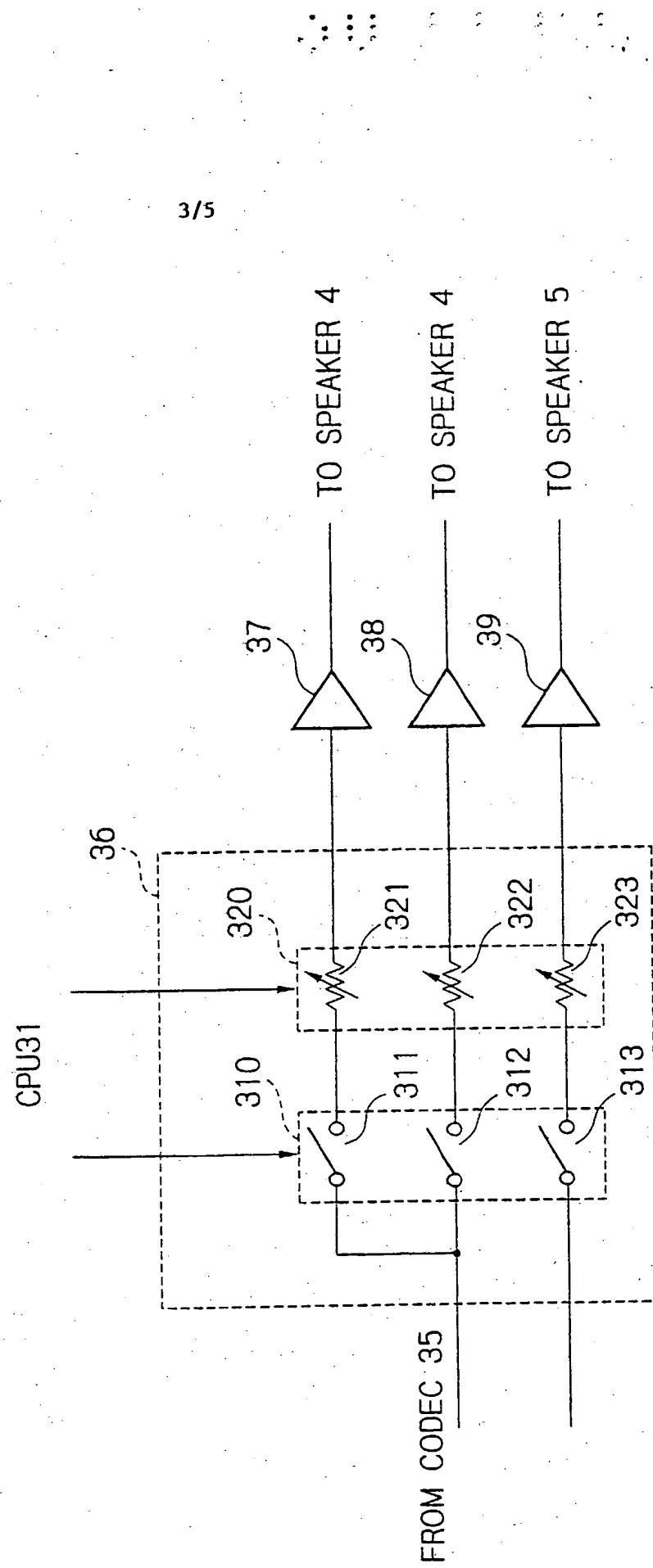
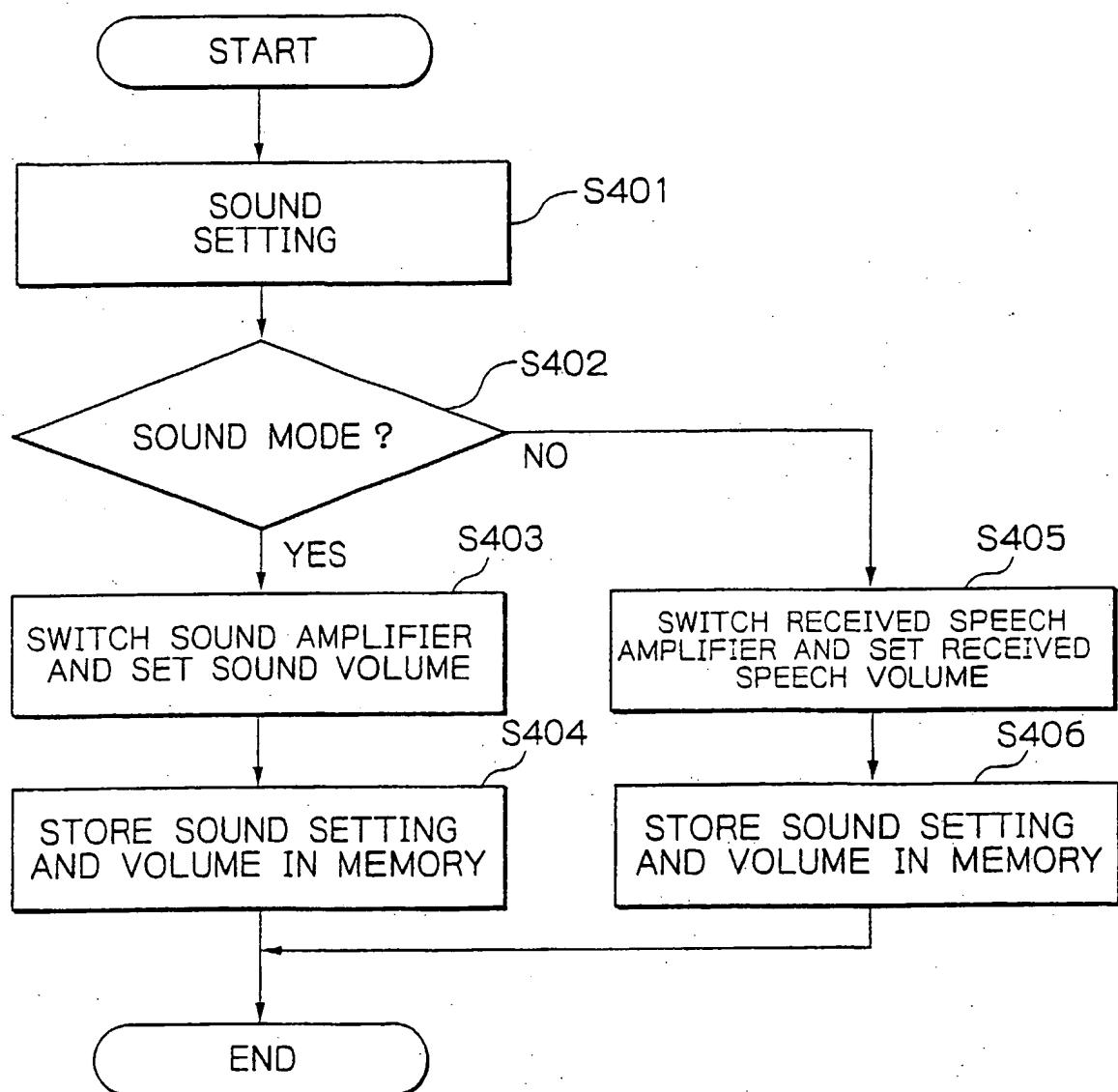
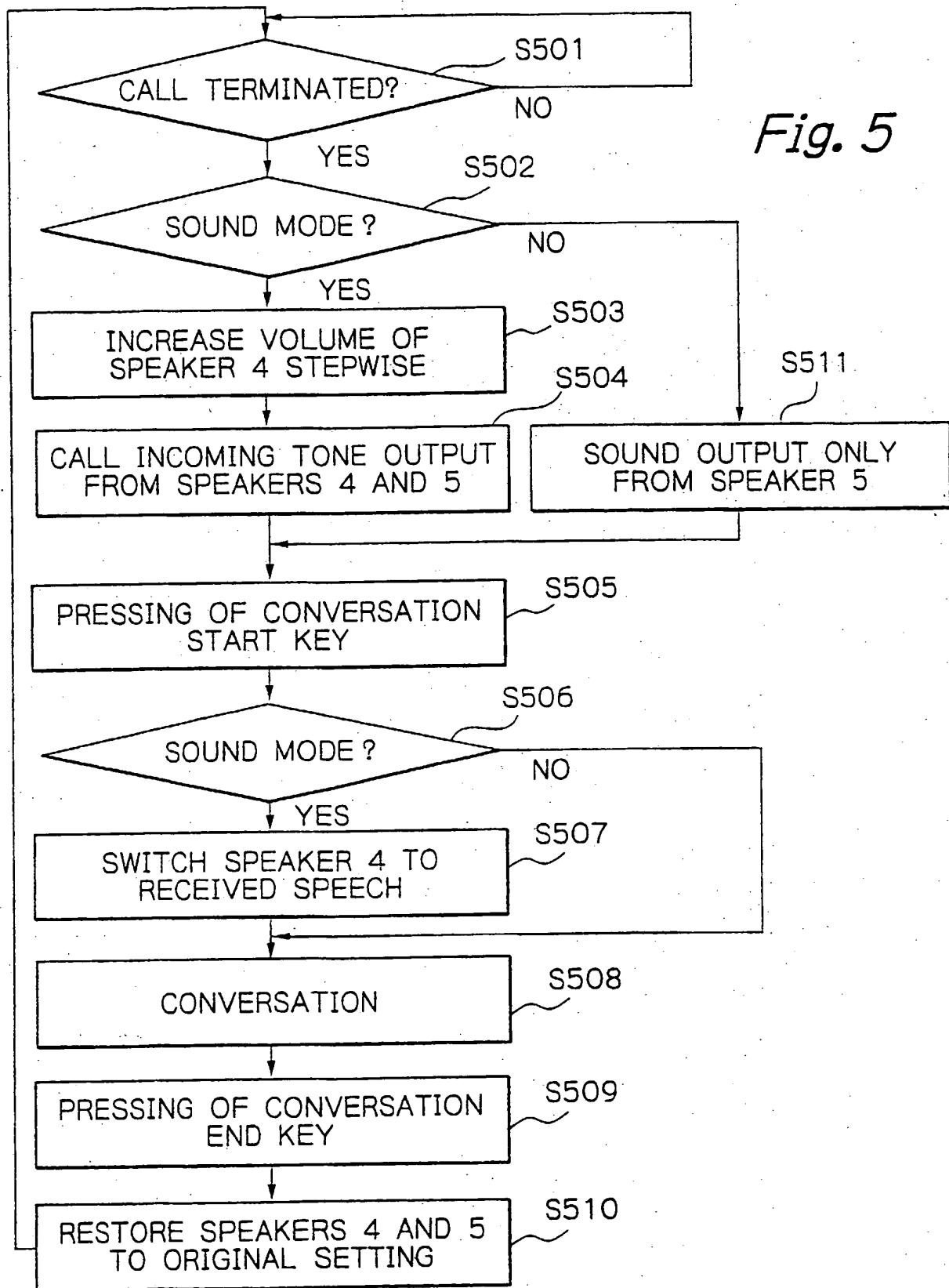


Fig. 4





CELLULAR PHONE

BACKGROUND OF THE INVENTIONField of the Invention

The present invention relates to a cellular phone for interchanging information with a base station included in a mobile communication system.

5

Description of the Background Art

A modern cellular phone usually includes speakers for outputting a call incoming tone and a received speech and a memory for storing, e.g., call incoming tone data. More specifically, one 10 of the speakers is assigned to a call incoming tone while the other speaker is assigned to a received speech and, in this sense, plays the role of a receiver. For the speaker assigned to sound, a speaker capable of outputting sound over a broad frequency band is often used 15 to meet the demand for a variety of call incoming tones.

15

In parallel with the increase in the functions available with a cellular phone, the capacity of the above-mentioned memory is increasing to such a degree that even music or speeches can be recorded in the phone. This allows the user of the phone to reproduce music 20 distributed via a music distributing machine or Internet on the phone.

To allow the user of the cellular phone to reproduce music on the phone, the phone may be configured such that music based on music data is output from the speaker assigned to sound and higher in performance than the speaker assigned to a received speech. We have appreciated that such a configuration, however, does not provide the music with a stereophonic effect, which one could obtain with two speakers. While two speakers may be installed in the phone to output stereophonic sound, they increase the size and weight of the phone, which should be small size and light weight. Technologies relating to the present invention are disclosed in, e.g., Japanese Patent Laid-Open Publication Nos. 1-120159, 4-243358, 6-37920, 10-23115 and 10-233826.

15 SUMMARY OF THE INVENTION

A cellular phone for interchanging information with a base station by radio of the present invention includes a first speaker for selectively outputting a received speech or sound and a second speaker for outputting sound. A controller controls the output of a received speech or sound from the first and second speakers in accordance with sound setting selected beforehand by the user of the phone.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The above and other objects, features and advantages of the present invention will become more apparent from the following detailed description taken with the accompanying drawings in which:

5 FIG. 1 is an exploded isometric view showing a cellular phone embodying the present invention;

FIG. 2 is a schematic block diagram showing electric circuitry included in the illustrative embodiment;

10 FIG. 3 is a schematic block diagram showing a specific configuration of a speech output switching controller included in the circuitry of FIG. 2; and

FIGS. 3 and 4 are flowcharts demonstrating a specific operation of the illustrative embodiment.

15 DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

Referring to FIG. 1 of the drawings, a cellular phone embodying the present invention is shown and includes a circuit board 3. A first and a second speaker 4 and 5, respectively, a microphone 6, an operation panel 7 and a display 8 are mounted on the circuit board

20 3. The first speaker 4 selectively outputs a received speech or sound including a call incoming tone and music. The second speaker 5 outputs only sound. The first and second speakers 4 and 5 are spaced from each other on one major surface of the circuit board 3 so as to implement a stereophonic effect. The speaker 4 is positioned such
25 that when the user of the phone converses on the phone, the speaker

4 faces the user's ear. During conversation, the user's voice is input to the microphone 6. The display 8 is implemented as, e.g., an LCD (Liquid Crystal Display) and displays various text information including phone numbers as well as graphic information. The user may 5 operate the operation panel 7 in order to input various kinds of information including a phone number. Electric circuits for executing various operations required of the cellular phone are also arranged on the circuit board 3. The speakers 4 and 5 are equivalent in performance to each other.

10 A front case 1 is formed with holes 11, 12 and 13 corresponding in position to the speakers 4 and 5 and microphone 6, respectively. The front case 1 includes a transparent portion corresponding to the display 8. Further, a group of holes are formed in the front case 1 and correspond to a group of keys arranged on the operation panel 15 7. An antenna 9 is mounted on a rear case 2 and connected to the circuit board 3. The front and rear cases 1 and 2 are put together with the circuit board 3 intervening therebetween. At this instant, the surface of the circuit board 3 loaded with the various electric parts and circuits faces the front case 1.

20 FIG. 2 shows electric circuitry included in the illustrative embodiment. As shown, the circuitry includes a CPU (Central Processing Unit) 31 for receiving various signals including key input signals from the operation panel 7. The CPU 31 delivers a display command and a switch command to the display 8 and a speech output switching controller 36, respectively. Further, the CPU 31 25

interchanges information with a DSP (Digital Signal Processor) or signal processor 33 and a memory 34. The memory 34, which plays the role of a speech memory, may be implemented by an EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) by way of example. In 5 addition, the CPU 31 executes various kinds of control required of the phone. In the illustrative embodiment, the CPU 31 and speech output switching controller 36 constitute a controller in combination.

The DSP 33 interchanges information with the CPU 31 and memory 10 34 as well as with a radio section 32 and a CODEC (Coder/Decoder) 35. The CODEC 35 includes an AD (Analog-to-Digital) converter and a DA (Digital-to-Analog) converter. The memory 34 stores various data including call incoming tone data and is capable of storing other data including music data received via, e.g., Internet. The radio section 15 32 amplifies power and converts frequency in order to communicate with a base station, which is included in a mobile communication system, via the antenna 9. The DSP 33 corrects the characteristic of a received signal, sets up a radio channel between the cellular phone and a base station, switches a conversation channel, and processes 20 a speech signal.

The speech output switching controller 36 is connected to a received speech amplifier 37 and sound amplifiers 38 and 39 as well as to the CPU 31 and CODEC 35. The switching controller 36 executes volume control and amplifier switching control in accordance with a 25 command output from the CPU 31. The received speech amplifier 27 and

sound amplifier 38 are connected to the first speaker 4 while the sound amplifier 39 is connected to the second speaker 5. The sound amplifiers 38 and 39 each have a greater amplification ratio than the received speech amplifier 37. More specifically, sound output from the speaker 4 via the sound amplifier 38 and sound output from the speaker 5 via the sound amplifier 39 each have a greater maximum volume than a speech output from the speaker 4 via the received speech amplifier 37. It is to be noted that a received speech refers to the voice of the user of another cellular phone communicating with the cellular phone of the illustrative embodiment.

10 The microphone 6 transforms a speech input thereto to a speech signal. A microphone amplifier 41 amplifies the speech signal output from the microphone 6 and feeds the amplified speech signal to the CODEC 35.

15 FIG. 3 shows a specific configuration of the speech output switching controller 36. As shown, the switching controller 36 includes a group of switches 311 through 313 and a group of volumes 321 through 323. The switches 311 through 313 and volumes 321 and 323 are generally designated by the reference numerals 310 and 320, respectively. The volumes 321 through 323 are electronic volumes whose resistance is variable under electric control.

20 The switches 311 and 312 are connected to one output of the CODEC 35 at one end thereof. The volume 321 has an input connected to the other end of the switch 311 and has an output connected to the input of the received speech amplifier 37. The volume 322 has an

input connected to the other end of the switch 312 and has an output connected to the input of the sound amplifier 38. The switch 313 is connected to the other output of the CODEC 35 at one end thereof. The volume 323 has an input connected to the other end of the switch 313 and has an output connected to the input of the sound amplifier 39.

5 The switching controller 36 selectively turns on or turns off each of the switches 311 through 313 and varies the resistance of each of the volumes 321 through 323 in accordance with a command output from the CPU 31. The CODEC 35 produces a particular signal from each 10 of its two outputs when a stereophonic effect is desired or produces the same signal from the two outputs when such an effect is not desired.

15 In the illustrative embodiment, the speaker 4 is operable in two different modes, i. e., a received speech mode and a sound mode. Selection of one of these two modes will be referred to as sound setting. When the received speech mode is selected, the speaker 4 is caused to output a received speech with a speech volume set beforehand. When the sound mode is selected, the speaker 4 is caused 20 to output sound with a preselected call incoming tone volume. As for sound setting, a particular mode, e. g., the received speech mode is set at the time of, e. g., shipment. The user of the phone can select a desired speech volume and a desired call incoming tone volume on the phone. Further, the user can select a desired pattern of call incoming tones. The speech volume refers to the volume of a received 25 speech output via the speaker 4 while the call incoming tone volume

refers to the volume of sound output via the speaker 5. When the user selects the sound mode available with the speaker 4, the speaker 4 is controlled to the same volume as the speaker 5. In the illustrative embodiment, the volume of the speaker 4 is sometimes raised to the volume of the speaker 5 stepwise, as will be described specifically later. The maximum volume of a call incoming tone, or sound, is greater than the maximum volume of a received speech.

The user can perform sound setting and select a desired speech volume and a desired call incoming tone volume when the phone is in a standby state or when conversation or music reproduction is under way. A specific operation of the illustrative embodiment will be described with reference to FIG. 4 as well as to FIG. 3. When the user presses a particular key, e.g., a menu key positioned on the operation panel 7, the CPU 31 displays a menu picture on the display 8. As shown in FIG. 4, the user, watching the menu picture, selects "sound setting" by moving a cursor by way of example (step S401). The user may additionally select a desired speech volume and a desired call incoming tone volume. The operation panel 7 delivers the results of user's selection to the CPU 31. In response, the CPU 31 determines whether or not the user has selected the sound mode available with the speaker 4 (step S402).

Assume that the user has selected the sound mode (YES, step S402). Then, the CPU 31 causes the speech output switching controller 36 to select a call incoming tone by feeding a command to the switching controller 36 (step S403). In response, the switching

controller 36 turns off the switch 311 and turns on the switch 312 to thereby deliver the output of the CODEC 35 to the speaker 4 via the sound amplifier 38. In addition, the switching controller 36 controls the resistance of the volume 322 in order to implement the call incoming tone volume selected beforehand. The CPU 31 writes the sound setting and volume selected in the memory 34 (step S404).

Assume that the user has not selected the sound mode, i.e., has selected the received speech mode also available with the speaker 4 (NO, step S402). Then, the CPU 31 controls the speech output switching controller 36 such that a received speech will be output from the speaker 4 with the speech volume selected beforehand (step S405). Specifically, the switching controller 36 turns on the switch 311 and turns off the switch 312 such that the output of the CODEC 35 is fed to the speaker 4 via the received speech amplifier 37. Further, the switching controller 36 controls the resistance of the volume 321 in order to cause the speaker 4 to output a received speech with the speech volume selected beforehand. The CPU 31 writes the sound setting and volume selected in the memory 34 (step S406).

In the illustrative embodiment, when the cellular phone is in a standby state, the switch 313 is turned on while the resistance of the volume 323 is set at a value corresponding to the preselected call incoming tone volume. In this condition, the output of the CODEC 35 is fed to the speaker 5 via the sound amplifier 39.

A procedure to follow the termination of a call will be described with reference to FIG. 5. As shown, assume that the radio

section 32 detects a call terminated at the cellular phone (YES, step S501). Then, the radio section 32 delivers a call termination signal to the CPU 31. The CPU 31, detected the call termination signal (YES, step S501), reads the sound setting out of the memory 34 and then 5 determines whether or not the sound mode available with the speaker 4 is selected (step S502).

Assume that the sound mode is selected (YES, step S502). Then, the route from the CODEC 35 to the two sound amplifiers 38 and 39 has already been set up while the call incoming tone volume selected beforehand has already been assigned to the speakers 4 and 5. In this 10 case, the CPU 31 causes the speech output switching controller 36 to vary the resistance of the volume 322 at preselected intervals such that the volume of the speaker 4 approaches the volume (call incoming tone volume) of the speaker 5 stepwise.

The CPU 31 causes the DSP 33 to read call incoming tone data 15 out of the memory 34 and causes it to generate a call incoming signal in a stereophonic fashion. Alternatively, the CPU 31 may cause the DSP 33 to generate the call incoming signal in a dual monaural fashion such that the same sound is output from both of the speakers 4 and 20 5. The DSP 33 reads the call incoming tone data out of the memory 34, generates a call incoming signal, and feeds the call incoming signal to the CODEC 35. The CODEC 35 converts the digital call incoming signal to an analog signal and delivers the analog signal 25 to the speech output switching controller 36.

The speech output switching controller 36 controls the

resistance of the volume 322 step wise in order to increase the volume of sound to be output from the speaker 4 stepwise (step S503), as instructed by the CPU 31. While the call incoming tone is output from both of the speakers 4 and 5, the volume of the tone output from the speaker 4 increases stepwise to the call incoming tone volume selected beforehand (step S504). This prevents the call incoming tone from being abruptly output from the speaker or receiver 4 with a great volume and thereby frees the user from unpleasantness.

Assume that the received speech mode available with the speaker 4 is selected (NO, step S502). Then, the CPU 31 causes the speech output switching controller 36 to turns off the switch 311 so as to prevent the call incoming tone from being output from the speaker 4. More specifically, in this case, the route from the CODEC 35 to the sound amplifier 39 has already been set up. Consequently, the output signal of the DSP 33 is delivered only to the speaker 5, i. e., the call incoming tone is output only from the speaker 5 (step S511). This informs the user of the call terminated at the phone.

The user, recognized the call, presses a particular key, i. e., a conversation start key positioned on the operation panel 7 for thereby off-hooking the phone (step S505). In response, the CPU 31 causes the DSP 33 to stop outputting the call incoming tone from the speakers 4 and 5. Further, the CPU 31 causes the speech output switching controller 36 to restore the group of switches 310 to the condition matching with the sound setting stored in the memory 34.

Subsequently, the CPU 31 reads the sound setting out of the

memory 34 and then determines whether or not the sound mode available with the speaker 4 is selected (step S506). If the sound mode is selected (YES, step S506), then the speech output switching controller 36 has already set up the route from the CODEC 35 to the two sound amplifiers 38 and 39. The CPU 31 therefore causes the switching controller 36 to output a speech from the speaker 4 with the speech volume selected. More specifically, the switching controller 36 turns on the switch 311 and turns off the switches 312 and 313 in order to deliver the output signal or received speech signal of the CODEC 35 only to the received speech amplifier 37 (step S507).

Further, the CPU 31 cause the DSP 33 to process a speech signal received via the radio section 32 and feeds the processed speech signal to the CODEC 35. The CODEC 35 converts the speech signal to an analog speech signal and feeds the analog speech signal to the speech output switching controller 36. The analog speech signal is input to the speaker 4 via the switch 311 of the switching controller 36 and received speech amplifier 37 because the switches 312 and 313 have been turned off.

The microphone 6 transforms the user's voice input thereto to a speech signal. The microphone amplifier 41 amplifies the speech signal and feeds the amplified speech signal to the CODEC 35. The CODEC 35 digitizes the speech signal and delivers a digital speech signal to the DSP 33. The DSP 33 processes the digital speech signal and feeds the processed digital speech signal to the radio section 32. The radio section 32 sends the processed digital speech signal

to a base station. In this manner, conversation is held between the user and the other party (step S508).

Assume that the sound setting is not the sound mode available with the speaker 4 (NO, step S506). Then, the CPU 31 causes the speech output switching controller 36 to turn off the switch 313. In this case, the route from the CODEC 35 to the received speech amplifier 37 has already been set up. Therefore, the output signal or received speech signal of the CODEC 35 is input to the speaker 4 via the received speech amplifier 37. Consequently, the received speech is output only from the speaker 4, setting up conversation (step S508). After the conversation has been set up, the illustrative embodiment causes the speech output switching controller 36 to turn off the switch 313, as stated above. This control over the switch 313 is not necessary if the CODEC 35 is configured to output the received speech signal on only one output thereof, which is connected to the switches 311 and 312.

On completing conversation, the user presses a particular key, e. g., a conversation end key for thereby on-hooking the phone (step S509). In response, the CPU 31 causes the speech output switching controller 36 to restore the group of switches 310 to the condition matching with the sound setting stored in the memory 34 (step S510). Thereafter, the procedure returns to the step S501.

A procedure for reproducing music data stored in the memory 34 will be described hereinafter. When the phone is connectable to, e. g., Internet, it is capable of receiving music data via Internet.

Music data received is written to the memory 34 in the same manner as call incoming tone data. Today, even music data distribution services are available at, e. g., convenience stores and record stores for recording various kinds of music data in MDs (Mini Disks) or similar disks. Even the cellular phone is capable of receiving music data at such a spot if provided with a function of downloading the music data, as will be described hereinafter.

To reproduce the music data stored in the memory 34, the user presses the menu key or similar preselected key on the operation panel 10. In response, the CPU 31 displays various kinds of selection menus on the display 8. When the user selects a music play menu, the CPU 31 designates music data to be reproduced in accordance with the user's selection.

Further, by varying the sound setting, the user can enjoy music based on the music data and output from both of the speakers 4 and 5. For example, assume that the user switches the sound setting to the sound mode available with the speaker 4. Then, the volume of the speaker 4 is controlled to the volume of the speaker 5 while the output signal of the CODEC 35 is delivered to the speakers 4 and 5 via the sound amplifiers 38 and 39, respectively. When the user performs a preselected operation for reproducing the music, the CPU 31 causes the DSP 33 to reproduce the designated music data. More specifically, the DSP 33 reads the music data out of the memory 34 and generates a music signal in the same manner as when generating the call incoming tone signal. The music signal is delivered to the speakers 4 and 5.

via the CODEC 35, speech output switching controller 36, and sound amplifiers 38 and 39. As a result, sound is output from both of the speakers 4 and 5 with the call incoming tone volume in accordance with the music signal.

5 At the time of music reproduction, the CPU 31 does not cause the switching controller 36 to increase the volume of the speaker 4 stepwise. Therefore, sound is immediately output from the speaker 4 with the call incoming tone volume selected beforehand. The user may select a greater call incoming tone volume to enjoy the music with
10 a greater volume, if desired.

15 The music output from both of the speakers 4 and 5 provides the user with a stereophonic effect. It is to be noted that when the user inputs a music play command on the operation panel 7, the CPU 31 may automatically switch the sound setting to the sound mode available with the speaker 4.

20 While the illustrative embodiment reproduces music data by using the sound setting, it may be modified to reproduce music data without regard to the sound setting, if desired. For example, the phone may be configured to allow the user to select a desired sound volume independently of the call incoming tone volume, in which case the phone will reproduce music data with the desired sound volume in place of the preselected call incoming tone volume. Further, the phone may be configured to allow the user to select the speaker 5, the speakers 4 and 5 or the speaker 5 for the reproduction of music data. In addition, the user, when selected the speaker 4 for the
25

reproduction of music data, may select the speech volume so as to enjoy music in the same manner as usual conversation.

As stated above, the phone includes the speakers 4 and 5 each of which can output sound with a volume greater than the speech volume. 5 The phone can therefore output a call incoming tone or music with a stereophonic effect. Particularly, the stereophonic effect is enhanced because the speakers 4 and 5 are spaced from each other on the same surface that faces the front case 1.

Further, the user can enjoy stereophonic music only if a speaker conventionally mounted on a cellular phone is replaced with the speaker 4 shared by speeches and sound. This can be done without resorting to any extra audio part or any extra mounting space. The 10 illustrative embodiment can therefore output stereophonic sound despite its size equivalent to the size of a conventional cellular phone. 15

Moreover, the illustrative embodiment causes a call incoming tone to be output from the speaker 4 with a volume increasing stepwise, i. e., prevents a call incoming tone from being abruptly output with a great volume. The user is therefore free from unpleasantness.

20 In summary, in accordance with the present system, a cellular phone includes a first speaker capable selectively outputting a received speech or sound and a second speaker capable of outputting sound. A controller causes sound to be selectively output from one or both of the first and second speakers in accordance with sound setting selected by the user of the phone. The phone of 25

the present system can therefore output stereophonic sound, e.g., a stereophonic call incoming tone. Further, the first speaker can be implemented by the speaker of a conventional cellular phone only if a function of outputting sound, as distinguished from a speech, 5 is added to the speaker. The phone of the present system can therefore output stereophonic sound with a size and a weight comparable with those of the conventional cellular phone.

Various modifications will become possible for those skilled in the art after receiving the teachings of the present disclosure 10 without departing from the scope thereof.

CLAIMS

1. A cellular phone for interchanging information with a base station included in a mobile communication system by radio, said cellular phone comprising:

 a first speaker for selectively outputting a received speech or sound;

 a second speaker for outputting sound; and

 a controller for controlling output of a received speech or sound from said first speaker and said second speaker in accordance with sound setting selected beforehand.

2. The phone as claimed in claim 1, wherein the sound setting is to cause said first speaker to output a received speech or to cause said first speaker to output sound.

3. The phone as claimed in claim 2, further comprising:

 a received speech amplifier and a sound amplifier connected to said first speaker for amplifying a received speech and sound, respectively; and

 a sound amplifier connected to said second speaker for amplifying sound.

4. The phone as claimed in claim 3, wherein when said first speaker is assigned to a received speech, said controller causes a call incoming signal to be input only to said sound amplifier connected to said second speaker.

5. The phone as claimed in claim 4, wherein during conversation, said controller causes a received speech signal to be input only to

said sound amplifier connected to said first speaker.

6. The phone as claimed in claim 5, further comprising a speech memory for storing speech data, wherein said controller causes, when said speech data should be reproduced, a speech signal to be input to said sound amplifier connected to said first speaker and said sound amplifier connected to said second speaker.

7. The phone as claimed in claim 6, further comprising:
a radio section for interchanging information with a remote station via an antenna;

a memory for storing data;

a signal processor for executing preselected processing with a signal received via said radio section or reading data out of said memory to thereby generate a signal corresponding to said data; and

a digital-to-analog converter for digitizing an output signal of said signal processor and delivering a resulting digital signal to said controller.

8. The phone as claimed in claim 3, wherein when said first speaker is assigned to sound, said controller causes a call incoming tone signal to be fed to said sound amplifier connected to said first speaker and said sound amplifier connected to said second speaker.

9. The phone as claimed in claim 8, wherein said controller causes a volume of the call incoming signal output from said first speaker to increase stepwise

10. The phone as claimed in claim 1, further comprising:
a received speech amplifier and a sound amplifier connected

to said first speaker for amplifying a received speech and sound, respectively; and

a sound amplifier connected to said second speaker for amplifying sound.

11. The phone as claimed in claim 10, wherein when said first speaker is assigned to a received speech, said controller causes a call incoming signal to be input only to said sound amplifier connected to said second speaker.

12. The phone as claimed in claim 11, wherein during conversation, said controller causes a received speech signal to be input only to said sound amplifier connected to said first speaker.

13. The phone as claimed in claim 12, further comprising a speech memory for storing speech data, wherein said controller causes, when said speech data should be reproduced, a speech signal to be input to said sound amplifier connected to said first speaker and said sound amplifier connected to said second speaker.

14. The phone as claimed in claim 13, further comprising:
a radio section for interchanging information with a remote station via an antenna;

a memory for storing data;

a signal processor for executing preselected processing with a signal received via said radio section or reading data out of said memory to thereby generate a signal corresponding to said data; and

a digital-to-analog converter for digitizing an output signal of said signal processor and delivering a resulting digital signal

to said controller.

15. The phone as claimed in claim 10, wherein when said first speaker is assigned to sound, said controller causes a call incoming tone signal to be fed to said sound amplifier connected to said first speaker and said sound amplifier connected to said second speaker.

16. The phone as claimed in claim 15, wherein said controller causes a volume of the call incoming signal output from said first speaker to increase stepwise

17. The phone as claimed in claim 1, further comprising:
a radio section for interchanging information with a remote station via an antenna;

a memory for storing data;
a signal processor for executing preselected processing with a signal received via said radio section or reading data out of said memory to thereby generate a signal corresponding to said data; and
a digital-to-analog converter for digitizing an output signal of said signal processor and delivering a resulting digital signal to said controller.

18. A cellular phone substantially as herein described with reference to the drawings.



INVESTOR IN PEOPLE

Application No: GB 0124454.0
Claims searched: all

Examiner: Nigel Hall
Date of search: 24 June 2002

Patents Act 1977 Search Report under Section 17

Databases searched:

UK Patent Office collections, including GB, EP, WO & US patent specifications, in:

UK Cl (Ed.T): H4L (LERA, LEUF)

Int Cl (Ed.7): H04M 19/04; H04Q 7/32

Other: Online: EPODOC, JAPIO, WPI

Documents considered to be relevant:

Category	Identity of document and relevant passage	Relevant to claims
X, E	GB 2365700 A (NEC) see abstract, fig 3	1
X	US 5337356 (SHINOZAKI) See abstract, fig 3	1

<input type="checkbox"/> X	Document indicating lack of novelty or inventive step	<input type="checkbox"/> A	Document indicating technological background and/or state of the art.
<input type="checkbox"/> Y	Document indicating lack of inventive step if combined with one or more other documents of same category.	<input type="checkbox"/> P	Document published on or after the declared priority date but before the filing date of this invention.
&	Member of the same patent family	<input type="checkbox"/> E	Patent document published on or after, but with priority date earlier than, the filing date of this application.